

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

**«ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ»**

*(для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей  
191 – Архітектура та містобудування, 192 – Будівництво та  
цивільна інженерія, 185 – Нафтогазова інженерія та технології,  
205 – Лісове господарство, 194 – Гідротехнічне будівництво, водна  
інженерія та водні технології)*

Методичні рекомендації до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи геодезії» (для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей 191 – Архітектура та містобудування, 192 – Будівництво та цивільна інженерія, 185 – Нафтогазова інженерія та технології, 205 – Лісове господарство, 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. М. Пілічева, Т. В. Анопрієнко, Л. О. Маслій. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 45 с.

Укладачі:

канд. техн. наук, доц. М. О. Пілічева,  
ст. викл. Т. В. Анопрієнко,  
ст. викл. Л. О. Маслій

Рецензент

**Шипулін В. Д.**, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 30.08.2018.*

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
Змістовий модуль 1 Геодезичні вимірювання .....	5
1.1 Обчислення довжин ліній з використанням масштабу.....	5
1.2 Визначення прямокутних та географічних координат.....	7
1.3 Вимірювання та обчислення кутів орієнтування .....	11
1.4 Розв'язання прямої та оберненої геодезичної задачі.....	14
1.5 Визначення висот точок.....	16
1.6 Визначення перевищень між точками.....	19
1.7 Визначення ухилів і крутості скатів.....	21
1.8 Побудова профілю за заданим напрямом.....	23
1.9 Визначення площ по топографічній карті.....	26
Змістовий модуль 2 Основні геодезичні вимірювання.....	30
2.1 Вимірювання кутів.....	30
2.2 Вимірювання перевищень.....	34
2.3 Математична обробка результатів вимірювань у теодолітному ході .....	38
2.4 Математична обробка журналу нівелювання.....	42
Список рекомендованих джерел.....	45

## ВСТУП

Сучасна геодезія – багатогранна наука, що вирішує складні наукові й практичні завдання, які вирішуються на основі вимірів, виконуваних геодезичними інструментами й приладами. Геодезичні методи вимірювань і технології їхнього застосування широко використовуються в багатьох сферах життя людини.

Вирішення завдань геодезії пов'язане із забезпеченням і поліпшенням якості будівництва будинків і споруд, промислових і житлових комплексів, доріг, ліній електропередачі й зв'язку, магістральних трубопроводів, енергетичних об'єктів, агропромислового комплексу й ін.

За результатами геодезичних вимірювань і топографічних планів розробляють генеральні плани, проекти детального планування і забудови населених пунктів; визначають межі санітарно-захисних зон, зон особливого режиму використання, забудови; виконують проектування архітектурних пам'яток, ландшафтів тощо.

У зв'язку з удосконаленням технологій виробництва, зростають вимоги до майбутніх спеціалістів. Тому необхідно велику увагу приділяти для самостійної підготовки студента. Теоретичні проблеми повинні вирішуватись на конкретних задачах, які дають студенту можливість набувати практичні навички.

В методичних рекомендаціях до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи геодезії» наведені типові задачі, які вирішуються інженерами під час проектування або на стадії розробки проекту. Також самостійна робота при розв'язанні типових задач з геодезії надає можливість удосконалення знань методів геодезичних робіт і приладів та успішного складання екзамену або заліку з даної дисципліни.

# **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1**

## **ГЕОДЕЗИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ**

### **1.1 Обчислення довжин ліній з використанням масштабу**

Топографічні карти і плани являються зменшеною проекцією ситуації та рельєфу місцевості на площину. Ступінь зменшення виражається через масштаб. Знаючи масштаб, можна визначити довжину відрізка, вимірюваного на карті або плані, горизонтального прокладання цієї лінії на місцевості і навпаки.

#### **Задачі**

1. Визначити довжину лінії на плані у масштабі 1:2000, якщо горизонтальна проекція лінії на місцевості дорівнює 275,38 м. Результат округлити до 0,1 см.

2. Визначити довжину лінії на плані у масштабі 1:5000, якщо горизонтальна проекція лінії на місцевості дорівнює 43,52 м. Результат округлити до 0,1 см.

3. Визначити довжину лінії на плані у масштабі 1:10000, якщо горизонтальна проекція лінії на місцевості дорівнює 375,12 м. Результат округлити до 0,1 см.

4. Визначити довжину лінії на плані у масштабі 1:25000, якщо горизонтальна проекція лінії на місцевості дорівнює 588,42 м. Результат округлити до 0,1 см.

5. Визначити довжину горизонтальної проекції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1:500 відстань між заданими точками становить 75 мм.

6. Визначити довжину горизонтальної проекції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1:2000 відстань між заданими точками становить 104 мм.

7. Визначити довжину горизонтальної проекції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1:5000 відстань між заданими точками становить 47 мм.

8. Визначити довжину горизонтальної проекції на місцевості, якщо на топографічному плані масштабу 1:10000 відстань між заданими точками становить 12,3 см.

9. Визначити масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 24 мм відповідає на місцевості довжині 600 м.

10. Визначити масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 52 мм відповідає на місцевості довжині 104 м.

11. Визначити масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 17,5 см відповідає на місцевості довжині 4 375 м.

12. Визначити масштаб топографічної карти або плану, якщо відрізок на плані 8,6 см відповідає на місцевості довжині 2 150 м.

### **Питання для самоперевірки**

1. Дати визначення геодезії, як науки.
2. Які самостійні дисципліни включає в себе геодезія?
3. Яку роль виконує геодезія у народному господарстві країни?
4. Яку модель Землі приймають при розв'язанні геодезичних задач?
5. Що таке геоїд?
6. Що таке меридіан?
7. Дати визначення паралелі?
8. Що називають топографічним планом?
9. Що називають топографічною картою?
10. Які види планів і карт ви знаєте?
11. Види завдань, які вирішують на топографічному плані.
12. Що таке масштаб плану або карти?
13. Які існують види масштабів і де вони вказуються на плані або карті?

Наведіть приклади.

14. Що таке чисельний і пояснювальний масштаби?
15. Які переваги дає використання лінійного масштабу при вимірі довжин ліній в порівнянні зі звичайними лінійками?
16. Використання якого масштабу дозволяє вимірювати довжини ліній на плані якомога точніше?
17. Якими способами вимірюють відстані на плані? Який із цих способів найточніший?
18. Що таке гранична графічна точність і чому вона дорівнює?
19. Чому дорівнює основа масштабу 1:500?
20. Чому дорівнює точність масштабу 1:5000?

## 1.2 Визначення прямокутних та географічних координат

При розв'язанні інженерних задач на обмежених територіях і картах великих масштабів користуються, як правило, прямокутними координатами точок.

Прямокутні координати точок визначаються з використанням координатної сітки. При визначенні географічних координат по топографічній карті користуються градусною рамкою, розбитою на мінутні поділки чорного та білого кольору.

### Задачі

1. Визначити прямокутні координати точки **К**, заданої на топографічному плані масштабу 1:2000 (рис. 1.1).

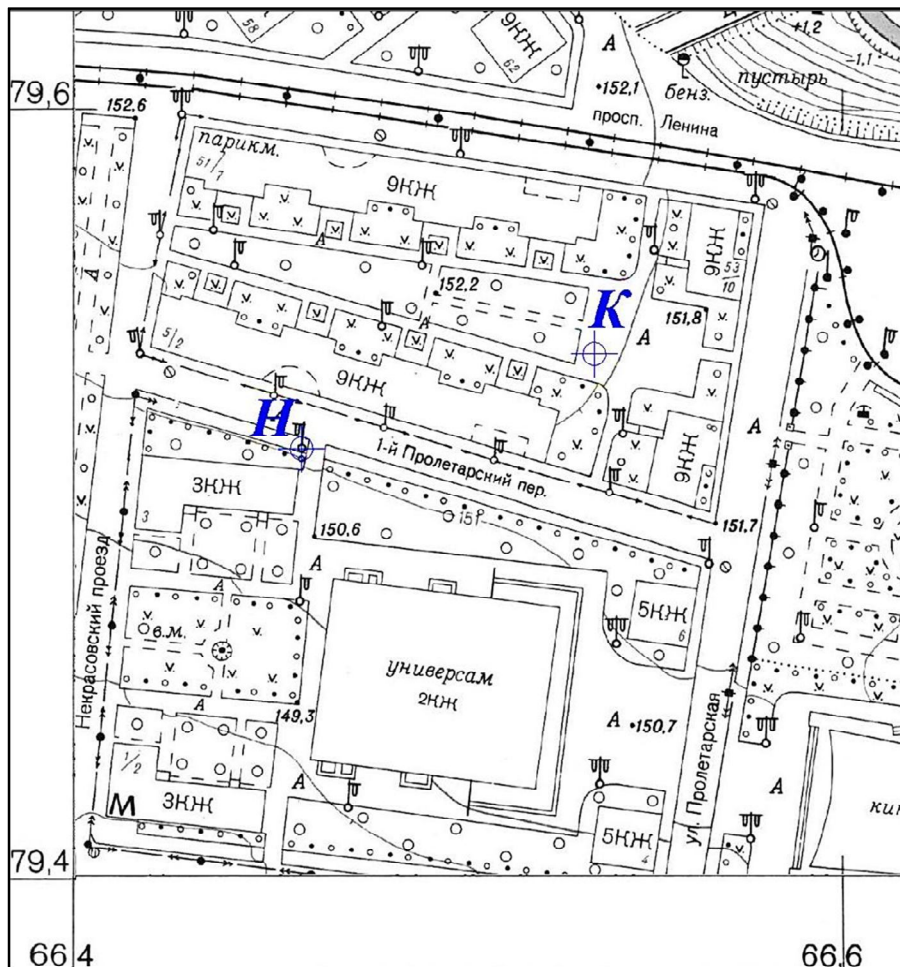


Рисунок 1.1 – Частина топографічного плану масштабу 1:2000

2. Визначити прямокутні координати точки **А**, розташованої у квадраті прямокутної кілометрової сітки масштабу 1:10000 з координатами південно-

західного кута:  $X = 6\,067$  км;  $Y = 4\,313$  км. Довжина перпендикуляру, опущеного із точки  $A$  на південну сторону квадрата, у масштабі топографічної карти 175 м, а довжина перпендикуляру опущеного на західну сторону квадрата 810 м. Навести схему квадрату.

3. Визначити прямокутні координати точки  $A$ , розташованої у квадраті прямокутної кілометрової сітки масштабу 1:10000 з координатами південно-західного кута:  $X = 6\,067$  км;  $Y = 4\,313$  км. Довжина перпендикуляру, опущеного із точки  $A$  на південну сторону квадрата, у масштабі топографічної карти 175 м, а довжина перпендикуляру опущеного на західну сторону квадрата 810 м. Навести схему квадрату.

4. Визначити прямокутні координати точки  $H$ , заданої на топографічному плані масштабу 1:2000 (рис. 1.1).

5. Визначити прямокутні координати точки  $A$ , заданої на топографічній карті масштабу 1:10000 (рис. 1.2).

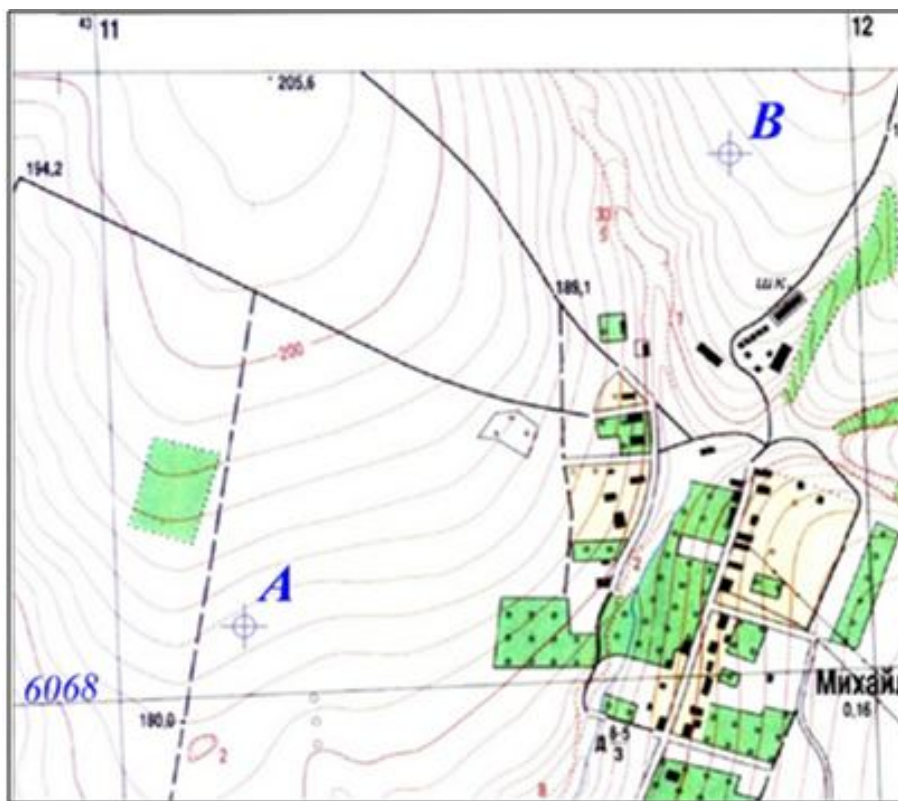


Рисунок 1.2 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

6. Визначити прямокутні координати точки  $B$ , заданої на топографічній карті масштабу 1:10000 (рис. 1.2).

7. Визначити прямокутні координати точки  $C$ , заданої на топографічній карті масштабу 1:25000 (рис. 1.3).



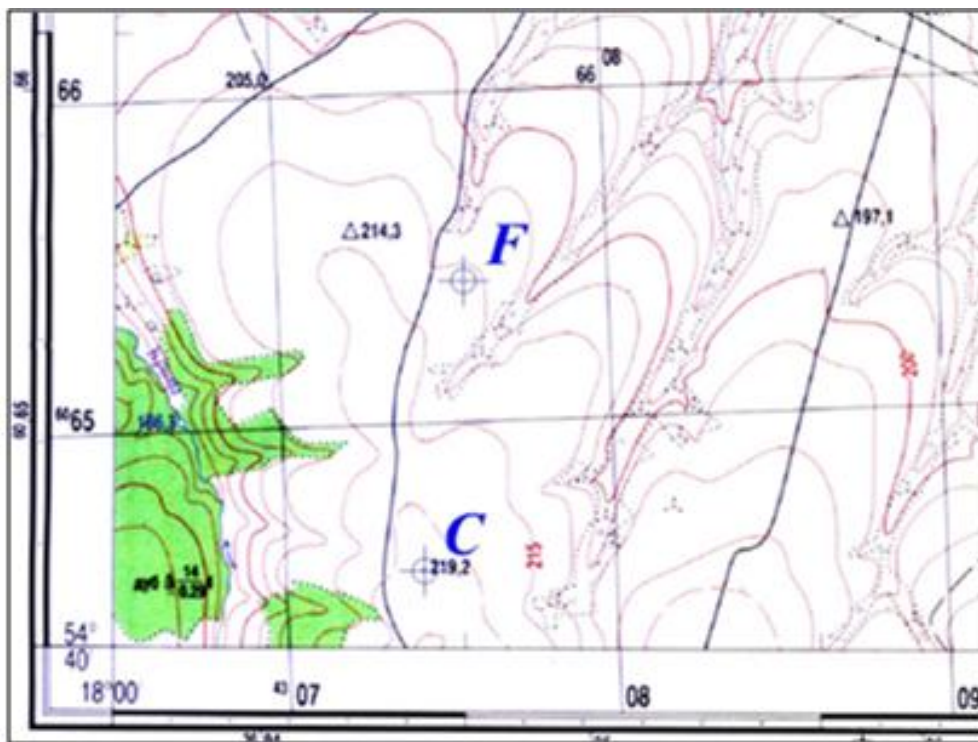


Рисунок 1.3 – Частина топографічної карти масштабу 1:25000

8. Визначити географічні координати точки L та P, заданих на топографічній карті масштабу 1:10000 (рис. 1.4).

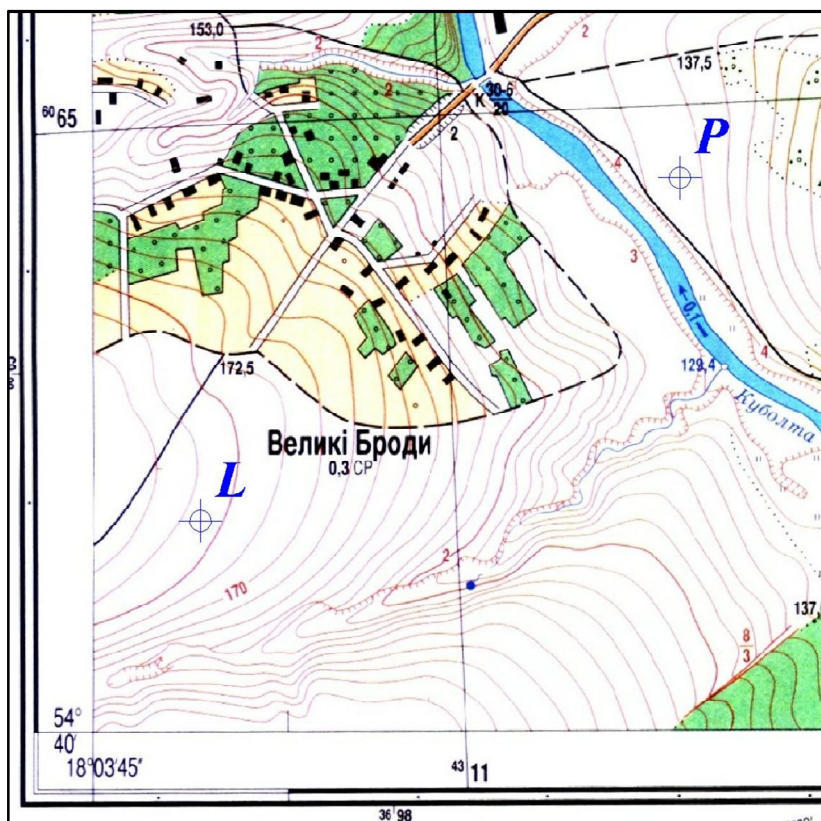


Рисунок 1.4 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

9. Визначити прямокутні координати точки F, заданої на топографічній карті масштабу 1:25000 (рис. 1.3).

10. Визначити географічні координати точки C, заданої на топографічній карті масштабу 1:25000 (рис. 1.3).

11. Визначити географічні координати точки F, на топографічній карті масштабу 1:25000 (рис. 1.3).

### **Питання для самоперевірки**

1. Як на плані визначають прямокутні координати заданої точки?
2. В якій системі координат положення точки визначають широтою і довготою?
3. Назвіть послідовність визначення прямокутних координат точок на топографічному плані.
4. В якій системі координат положення точки визначають по координатах X, Y?
5. Назвіть послідовність визначення географічних координат точок на топографічній карті.
6. Чим відрізняються географічні координати від прямокутних?
7. Як виконується контроль визначення прямокутних координат?
8. Від чого залежить точність визначення прямокутних координат?
9. Охарактеризуйте прямокутну систему координат.
10. Куди направлені вісі прямокутної системи координат?
11. Чому дорівнює відстань на плані масштабу 1:2000 між координатною сіткою в прямокутній системі координат?
12. Чому дорівнює відстань на плані масштабу 1:10000 між координатною сіткою в прямокутній системі координат?
13. Чому дорівнює відстань на плані масштабу 1:25000 між координатною сіткою в прямокутній системі координат?
14. Як називаються координати точки в географічній системі координат?
15. Дайте визначення широті точки.
16. Що таке довгота точки?
17. У яких межах змінюються широти точок?
18. У яких межах змінюються довготи точок?
19. Як відрізнити на карті прямокутну систему координат від географічної?
20. В яких одиницях вимірюються широта та довгота точки?

### 1.3 Вимірювання та обчислення кутів орієнтування

Орієнтування ліній на місцевості полягає в визначенні її напрямку відносно іншого напрямку, прийнятого за початковий. Положення лінії, що орієнтується, визначається горизонтальним кутом від початкового напрямку до напрямку даної лінії за рухом стрілки годинника.

#### Задачі

1. Визначити істинний азимут лінії  $A$ , якщо магнітний азимут цієї лінії  $A_m = 57^\circ 38'$ . Схилення магнітної стрілки східне  $\delta = 1^\circ 27'$ .
2. Істинний азимут лінії  $A = 357^\circ 16'$ , зближення меридіанів  $\gamma = 1^\circ 42'$  (західне). Визначити дирекційний кут цієї лінії.
3. Магнітний азимут лінії  $A_m = 2^\circ 17'$ , схилення магнітної стрілки  $\delta = -4^\circ 26'$ . Визначити географічний (істинний) азимут цієї лінії.
4. Магнітний азимут лінії  $A_m = 3^\circ 43'$ , зближення меридіанів  $\gamma = -3^\circ 18'$ , схилення магнітної стрілки  $\delta = -24^\circ 56'$ . Визначити географічний (істинний) азимут та дирекційний кут цієї лінії.
5. Дирекційний кут лінії  $\alpha = 1^\circ 10'$ , зближення меридіанів  $\gamma = -2^\circ 07'$ , схилення магнітної стрілки  $\delta = +12^\circ 16'$ . Визначте істинний та магнітний азимути заданої лінії.
6. Визначити дирекційний кут лінії, якщо істинний азимут цієї лінії  $A = 124^\circ 18'$  і зближення меридіанів  $\gamma = 5^\circ 57'$  (західне).
7. Румб лінії ПнЗ:  $19^\circ 36'$ . Визначить дирекційний кут цієї лінії в тій же точці, з якої вона виходить. Наведіть схему.
8. Румб лінії ПнС:  $85^\circ 07'$ . Визначить дирекційний кут цієї лінії в тій же точці, з якої вона виходить. Наведіть схему.
9. Визначить румб напрямку, якщо його дирекційний кут  $\alpha = 217^\circ 30'$ . Наведіть схему.
10. Прямий дирекційний кут лінії АВ дорівнює  $128^\circ 27'$ . Визначте зворотний дирекційний кут цієї лінії.
11. На фрагменті топографічної карти масштабу 1:25000 (рис. 1.5) графічно визначте дирекційний кут лінії 1-2. Користуючись позарамковим оформленням, аналітично визначте усі кути орієнтування.
12. На фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.6) графічно визначте істинний азимут лінії А-В. Користуючись позарамковим оформленням, топографічної карти масштабу 1:25000 (рис. 1.5) аналітично визначити усі орієнтирні кути.
13. Визначте румб по заданому дирекційному куту:  $294^\circ 51'$ .

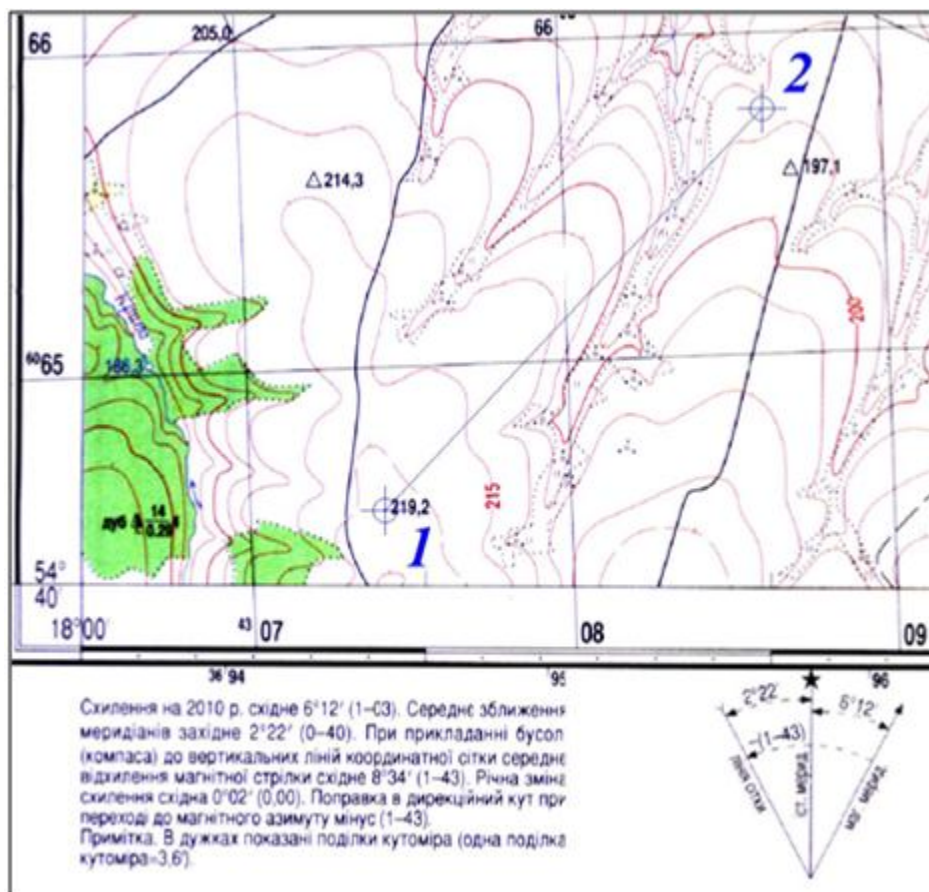


Рисунок 1.5 – Фрагмент топографічної карти масштабу 1:25000

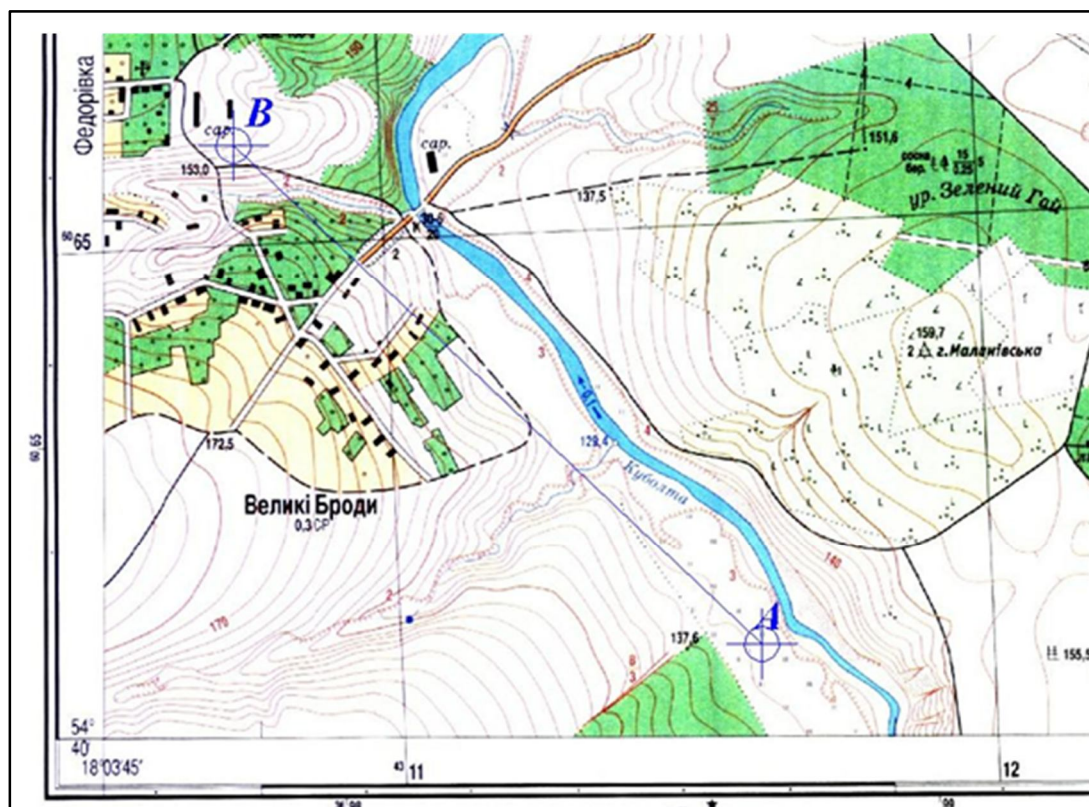


Рисунок 1.6 – Фрагмент топографічної карти масштабу 1:10000



14. Визначити румби ліній, які відповідають дирекційним кутам  $339^{\circ} 18'$ ;  $64^{\circ} 08'$ ;  $184^{\circ} 23'$ ;  $171^{\circ} 20'$ .

### **Питання для самоперевірки**

1. Що означає орієнтування лінії?
2. Які напрями у геодезії приймається за початковий?
3. Дати визначення, що таке дирекційний кут?
4. Дати визначення, що таке географічний (істинний) азимут?
5. За допомогою яких геодезичних приладів отримують значення істинного азимута.
6. Навести приклади прямих і зворотних дирекційних кутів.
7. Дати визначення що таке магнітний азимут?
8. Які кути використовують для орієнтування ліній?
9. Як на плані визначають дирекційні кути заданих напрямів?
10. Яка різниця між прямим та зворотнім напрямом дирекційних кутів лінії?
11. У яких межах вимірюються дирекційні кути?
12. Визначте взаємозв'язок між румбом і дирекційним кутом лінії.
13. З якою максимальною точністю можна вимірювати дирекційні кути ліній за допомогою геодезичного транспортира?
14. Дайте визначення зближення меридіанів.
15. Навести співвідношення між дирекційним кутом лінії та істинним азимутом.
16. Яке співвідношення існує між істинним і магнітним азимутами?
17. Що таке магнітний азимут лінії? Для чого він використовується?
18. Яким чином можна визначити магнітний азимут напрямку на місцевості?
19. Що таке зміна схилення магнітної стрілки?
20. Як пов'язані між собою магнітний та істинний азимути?

## 1.4 Розв'язання прямої та оберненої геодезичної задачі

Обчислення прямокутних координат точок, визначення напрямів та довжин ліній пов'язані з розв'язуванням прямої та оберненої геодезичних задач. Прямі і зворотні геодезичні задачі є головними геодезичними задачами. На їх основі базується усі геодезичні побудови та обчислення.

### Задачі

1. За заданими координатами точки А ( $X = 79\,838$  м;  $Y = 66\,582$  м), горизонтальному прокладенню  $L_{AB} = 248,35$  м, лінії АВ та дирекційному куту цієї лінії  $\alpha_{AB} = 38^\circ 36'$ , необхідно визначити координати точки В. Наведіть схему.

2. За заданими координатами точки В ( $X = 6\,068\,385$  м;  $Y = 4\,313\,038$  м), горизонтальному прокладенню  $L_{BC} = 1\,271,3$  м, лінії ВС та дирекційному куту цієї лінії  $\alpha_{BC} = 218^\circ 43'$ , необхідно визначити координати точки С. Наведіть схему.

3. За заданими координатами точки С ( $X = 79\,408$  м;  $Y = 66\,803$  м), горизонтальному прокладенню  $L_{CA} = 74,52$  м, лінії СА та дирекційному куту цієї лінії  $\alpha_{CA} = 295^\circ 41'$ , необхідно визначити координати точки А. Наведіть схему.

4. За заданими координатами точки А ( $X = 6\,065\,118$  м;  $Y = 4\,312\,214$  м), горизонтальному прокладенню  $L_{AB} = 548,7$  м, лінії АВ та дирекційному куту цієї лінії  $\alpha_{AB} = 48^\circ 15'$ , необхідно визначити координати точки В. Наведіть схему.

5. За заданими координатами точки К ( $X = 79\,651$  м;  $Y = 66\,638$  м), горизонтальному прокладенню  $L_{KE} = 148,5$  м, лінії КЕ та дирекційному куту цієї лінії  $\alpha_{KE} = 107^\circ 52'$ , необхідно визначити координати точки Е. Наведіть схему.

6. За заданими координатами точки F ( $X = 6\,067\,407$  м;  $Y = 4\,312\,845$  м), горизонтальному прокладенню  $L_{FD} = 403,7$  м, лінії FD та дирекційному куту цієї лінії  $\alpha_{FD} = 180^\circ 00'$ , необхідно визначити координати точки D. Наведіть схему.

7. За координатами кінцевих точок А ( $X = 79\,039$  м;  $Y = 68\,347$  м) і В ( $X = 79\,304$  м;  $Y = 68\,809$  м) лінії АВ визначити її дирекційний кут  $\alpha_{AB}$  та горизонтальну довжину  $L_{AB}$ . Наведіть схему та чверть.

8. За координатами кінцевих точок В ( $X = 79\,863$  м;  $Y = 68\,917$  м) і А ( $X = 79\,711$  м;  $Y = 68\,750$  м) лінії ВА визначити її дирекційний кут  $\alpha_{BA}$  та горизонтальну довжину  $L_{BA}$ . Наведіть схему та чверть.

9. За координатами кінцевих точок С ( $X_C = 79\,525$  м;  $Y_C = 66\,739$  м) і D ( $X_D = 79\,102$  м;  $Y_D = 66\,879$  м) лінії CD визначити її дирекційний кут  $\alpha_{CD}$  та горизонтальну довжину  $L_{CD}$ . Наведіть схему та чверть.

10. За координатами кінцевих точок К ( $X = 79\,822$  м;  $Y = 66\,529$  м) і L ( $X = 79\,930$  м;  $Y = 66\,347$  м) лінії KL визначити її дирекційний кут  $\alpha_{KL}$  та горизонтальну довжину  $L_{KL}$ . Наведіть схему та чверть.

11. За координатами кінцевих точок С ( $X = 6\,066\,250$  м;  $Y = 4\,312\,082$  м) і В ( $X = 6\,067\,375$  м;  $Y = 4\,312\,727$  м) лінії СВ визначити її дирекційний кут  $\alpha_{CB}$  та горизонтальну довжину  $L_{CB}$ . Наведіть схему та чверть.

12. За координатами кінцевих точок N ( $X = 6\,065\,554$  м;  $Y = 4\,313\,407$  м) і H ( $X = 6\,065\,313$  м;  $Y = 4\,311\,662$  м) лінії NH визначити її дирекційний кут  $\alpha_{NH}$  та горизонтальну довжину  $L_{NH}$ . Наведіть схему та чверть.

13. За координатами кінцевих точок Р ( $X = 6\,067\,894$  м;  $Y = 4\,311\,597$  м) і G ( $X = 6\,068\,620$  м;  $Y = 4\,311\,204$  м) лінії PG визначити її дирекційний кут  $\alpha_{PG}$  та горизонтальну довжину  $L_{PG}$ . Наведіть схему та чверть.

14. За координатами кінцевих точок F ( $X = 6\,068\,250$  м;  $Y = 4\,311\,082$  м) і М ( $X = 6\,067\,215$  м;  $Y = 4\,312\,322$  м) лінії FM визначити її дирекційний кут  $\alpha_{FM}$  та горизонтальну довжину  $L_{FM}$ . Наведіть схему та чверть.

### Питання для самоперевірки

1. В чому полягає сутність прямої геодезичної задачі?
2. За якими формулами визначаються прирости координат при розв'язанні прямої геодезичної задачі?
3. Наведіть формулу розрахунку довжини лінії за координатами кінцевих точок.
4. Наведіть формули розрахунку довжини лінії за приростами координат та дирекційним кутом напрямку.
4. Як визначити чверть румба за координатами кінцевих точок лінії?
5. В чому полягає сутність оберненої геодезичної задачі?
6. Наведіть формулу для розрахунку дирекційного кута при розв'язанні оберненої геодезичної задачі.
7. Що є вхідними елементами при розв'язанні прямої геодезичної задачі?
8. Що є вихідними елементами при розв'язанні прямої геодезичної задачі?
9. Що є вхідними елементами при розв'язанні оберненої геодезичної задачі?
10. Що є вихідними елементами при розв'язанні оберненої геодезичної задачі?

### 1.5 Визначення висот точок

В процесі проектування споруд різного типу, розрахунків інженерних мереж, вертикального планування площадок і т. п. Часто доводиться визначати висоти точок, розміщених як на горизонталях, так і між горизонталями. Вихідними даними для розв'язування цієї задачі є підписи висот горизонталей, висота перетину рельєфу та напрям схилу місцевості.

#### Задачі

1. Визначити висоту перетину рельєфу  $h$  в метрах, зображеного горизонталями на рисунку 1.7 а, б.
2. Визначити висоту перетину рельєфу  $h$  в метрах, зображеного горизонталями на рисунку 1.7 в, г.
3. Визначити позначку висоти точки  $H_A$ , яка лежить між горизонталями 190 м та 195 м, якщо відстань між горизонталями на плані 12 мм, а від горизонталі 190 м до точки А – 3 мм. Висота перетину рельєфу  $h_0 = 5$  м.

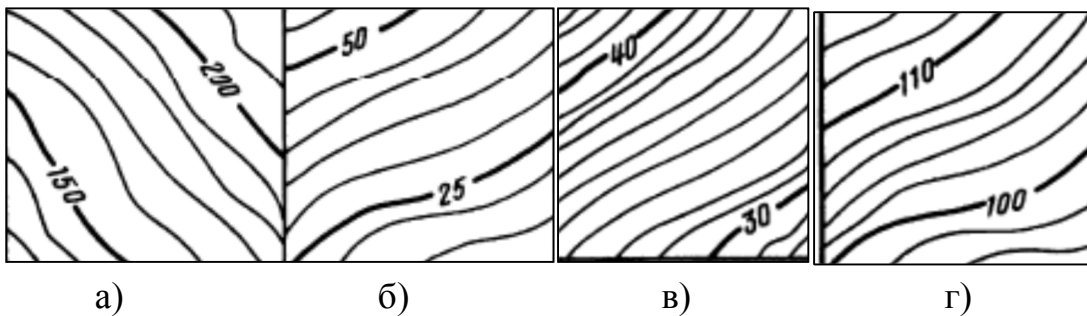
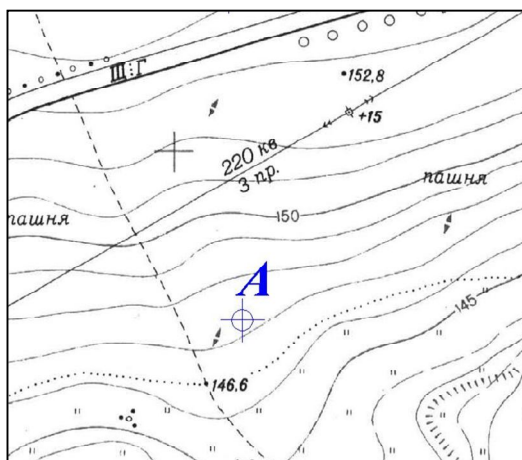


Рисунок 1.7 – Визначення висоти перетину рельєфу

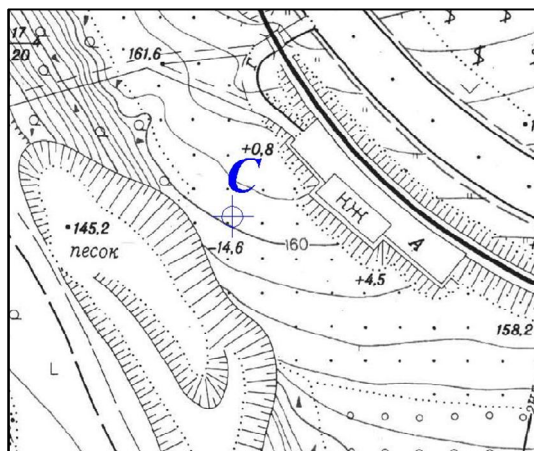
4. Визначити позначку висоти точки  $H_B$ , яка лежить між горизонталями 145 м та 146 м, якщо відстань між горизонталями на плані 34 мм, а від горизонталі 145 м до точки В – 12 мм. Висота перетину рельєфу  $h_0 = 1$  м.
5. Визначити позначку висоти точки  $H_C$ , яка лежить між горизонталями 152,5 м та 155 м, якщо відстань між горизонталями на плані 47 мм, а від горизонталі 155 м до точки С – 9 мм. Висота перетину рельєфу  $h_0 = 2,5$  м.
6. Визначити позначку висоти точки  $H_P$ , яка лежить між горизонталями 135 м та 140 м, якщо відстань між горизонталями на плані 18 мм, а від горизонталі 140 м до точки Р – 2 мм. Висота перетину рельєфу  $h_0 = 5$  м.
7. Користуючись рисунком 1.8 (а), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки А, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 1$  м, а масштаб плану 1:2000.



8. Користуючись рисунком 1.8 (б), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки С, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 1$  м, а масштаб плану 1:2000.



а)



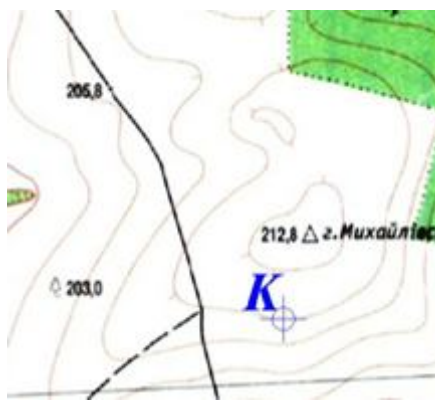
б)

Рисунок 1.8 – Частина топографічного плану масштабу 1:2000

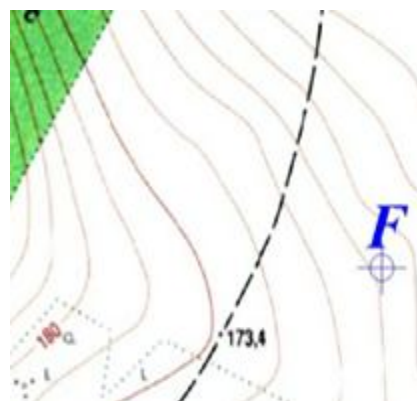
9. Користуючись рисунком 1.9 (а), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки D, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 2,5$  м, а масштаб карти 1:10000.



а)



б)



в)

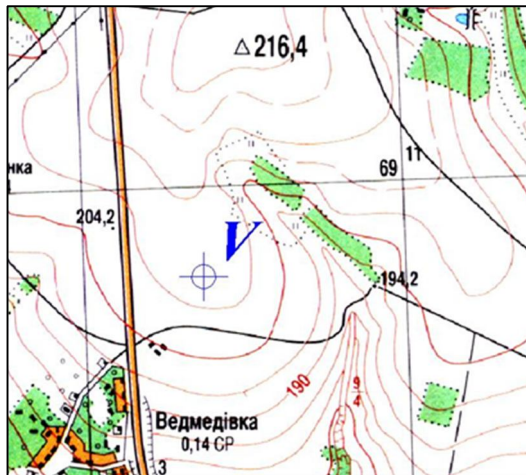
Рисунок 1.9 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

10. Користуючись рисунком 1.9 (б), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки К, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 2,5$  м, а масштаб карти 1:10000.

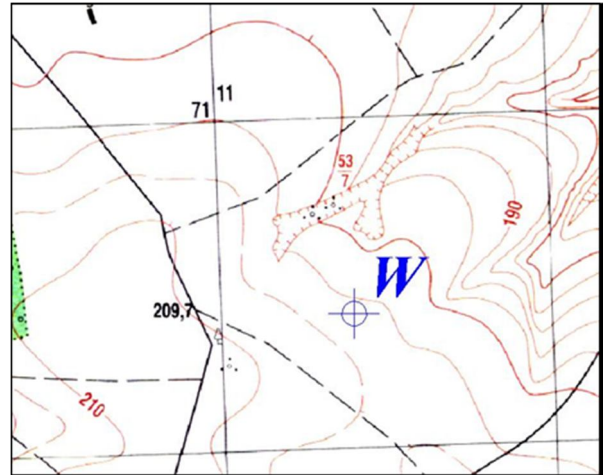
11. Користуючись рисунком 1.9 (в), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки F, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 2,5$  м, а масштаб карти 1:10000.

12. Користуючись рисунком 1.10 (а), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки V, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 5$  м, а масштаб карти 1:25 000.

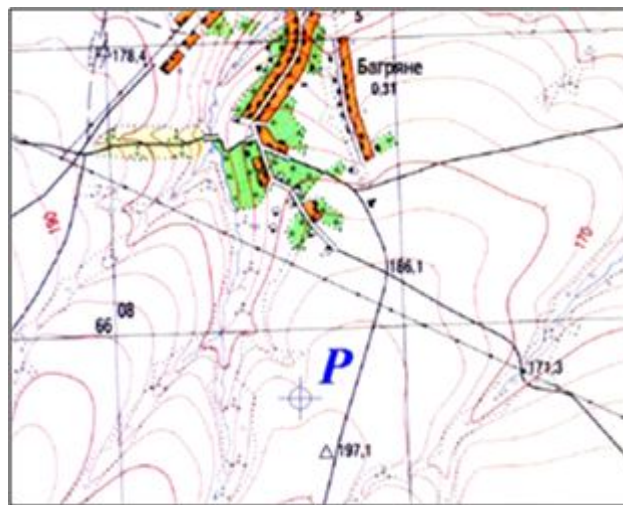
13. Користуючись рисунком 1.10 (б), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки W, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 5$  м, а масштаб карти 1:25000.



а)



б)



в)

Рисунок 1.10 – Частина топографічної карти масштабу 1:25000

14. Користуючись рисунком 1.10 (в), визначити з точністю до 0,1 м позначку висоти точки P, якщо висота перетину рельєфу  $h_0 = 5$  м, а масштаб карти 1:25000.

15. Які горизонталі знаходяться між точками з позначками 100,2 м та 109,3 м, якщо висота перетину рельєфу 2,5 м.

### **Питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення горизонталі.
2. Які властивості горизонталей ви знаєте?
3. Дайте визначення рельєфу місцевості.
4. Назвіть форми рельєфу місцевості.
5. Назвіть властивості топографічної поверхні.
6. Які існують способи зображення рельєфу на планах та картах?
7. Що таке висота перерізу місцевості?
8. Як показуються на карті чи плані за допомогою горизонталей основні форми рельєфу: гора, котловина?
9. Для якої мети використовують берг-штрих?
10. Чи має значення орієнтація надпису горизонталі?
11. Для чого використовують позначки висот на планах і картах?
12. Для чого використовують потовщені горизонталі?
13. Як на планах позначають проміжні горизонталі?
14. Які умовні позначення використовують для позначення ярів?
15. Яка система висот діє в Україні?
16. Яка висота перетину горизонталей найчастіше використовуються на планах масштабу 1:2000?
17. Яка висота перетину горизонталей найчастіше використовуються на картах масштабу 1:10000?
18. Яким чином отримують горизонталі?
19. Чим відрізняються між собою основні, потовщені та допоміжні горизонталі?
20. Як називається процедура визначення висоти точки, яка розташована між горизонталями?

### **1.6 Визначення перевищень між точками**

Взаємне положення точок у вертикальній площині характеризується висотами точок. Через кожну точку на поверхні Землі можна провести рівневу поверхню.

#### **Задачі**

1. Обчислити перевищення  $h_{AB}$ , якщо позначки висот точок  $H_A = 27,6$  м,  $H_B = 22,8$  м.

2. Обчислити перевищення  $h_{BA}$ , якщо позначки висот точок  $H_A = 27,6$  м,  $H_B = 22,8$  м.
3. Обчислити перевищення  $h_{BC}$ , якщо позначки висот точок  $H_B = 34,8$  м,  $H_C = 36,9$  м.
4. Обчислити перевищення  $h_{CB}$ , якщо позначки висот точок  $H_B = 34,8$  м,  $H_C = 36,9$  м.
5. Обчислити перевищення  $h_{CD}$ , якщо позначки висот точок  $H_C = 135,8$  м,  $H_D = 124,5$  м.
6. Обчислити перевищення  $h_{DC}$ , якщо позначки висот точок  $H_C = 135,8$  м,  $H_D = 124,5$  м.
7. Обчислити перевищення між точками, якщо  $H_A = 145,9$  м,  $H_B = 158,2$  м.
8. Обчислити перевищення між точками, якщо  $H_C = 198,5$  м,  $H_D = 201,4$  м.
9. Обчислити перевищення між точками, якщо  $H_A = 155,7$  м,  $H_C = 141,6$  м.
10. Обчислити перевищення між точками, якщо  $H_B = 134$  м,  $H_F = 145,2$  м.
11. Обчислити перевищення між точками, якщо  $H_F = 145$  м,  $H_D = 138,6$  м.
12. Визначити позначку висоти точки В, якщо висота точки  $H_A = 201,5$  м, а перевищення між цими точками  $h = - 1,45$  м.
13. Визначити позначку висоти точки А, якщо висота точки  $H_B = 38,6$  м, а перевищення між цими точками  $h = + 1,24$  м.
14. Визначити позначку висоти точки D, якщо висота точки  $H_A = 21,3$  м, а перевищення між цими точками  $h = - 4,85$  м.
15. Визначити позначку висоти точки С, якщо висота точки  $H_D = 114,8$  м, а перевищення між цими точками  $h = + 3,67$  м.
16. Перевищення між точками  $h = + 427$  мм, визначити позначку висоти точки М, якщо висота точки  $H_B = 205,6$  м.
17. Перевищення між точками  $h = - 97$  мм, визначити позначку висоти точки W, якщо висота точки  $H_A = 257$  м.
18. Перевищення між точками  $h = - 127$  мм, визначити позначку висоти точки К, якщо висота точки  $H_L = 54,1$  м.
19. Перевищення між точками  $h = + 197$  мм, визначити позначку висоти точки W, якщо висота точки  $H_A = 36,4$  м.
20. Перевищення між точками  $h = + 275$  мм, визначити позначку висоти точки В, якщо висота точки  $H_A = 145,2$  м.

### Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення абсолютної та відносної висоти точки.
2. За початок відліку висот яка може бути прийнята рівнева поверхня?

3. Що таке рівнева поверхня?
4. Дати визначення поняттю «перевищення між точками»?
5. В яких одиницях вимірюються перевищення між точками?
6. За допомогою чого на топографічній карті або плані відображаються форми рельєфу?
7. Наведіть формулу вирахування перевищення між точками з відомими висотами.
8. Наведіть формулу вирахування висоти точки, якщо відомо перевищення між точками.
9. Наведіть схему розташування точок, якщо перевищення між точками позитивне.
10. Наведіть схему розташування точок, якщо перевищення між точками негативне.

### **1.7 Визначення ухилів і крутості скатів**

При проектуванні каналів, доріг, трубопроводів необхідно мати характеристики схилів місцевості, які характеризуються напрямком і стрімкістю схилу. За напрямком схилу в даній місці приймають лінію найбільшої стрімкості, по якій вільно стікає вода.

#### **Задачі**

1. Визначити ухил лінії, якщо горизонтальне прокладання 100 м, а перевищення між точками 1,75 м.
2. Визначити ухил лінії, якщо перевищення між точками 3,7 м, а горизонтальне прокладання на місцевості 128,13 м.
3. Визначити ухил лінії, якщо перевищення між точками 124 см, а горизонтальне прокладання на місцевості 35,8 м.
4. Визначити ухил лінії, якщо перевищення між точками 284 см, а горизонтальне прокладання на місцевості 204,8 м.
5. Визначити ухил лінії, якщо перевищення між точками 249 мм, а горизонтальне прокладання на місцевості 3,7 м.
6. Визначити ухил лінії, якщо перевищення між точками 1 278 мм, а горизонтальне прокладання на місцевості 59,88 м.
7. Визначити ухил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями. Якщо висота перетину 5 м, закладання на топографічній карті 15 мм, масштаб топографічної карти 1:25000.

8. Визначити ухил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями. Якщо висота перетину 2,5 м, закладання на топографічній карті 3,2 см, масштаб топографічної карти 1:10000.

9. Визначити ухил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями. Якщо висота перетину 1 м, закладання на топографічній карті 8 мм, масштаб топографічної карти 1:2000.

10. Визначити ухил та крутизну скату ділянки шосе, обмеженого горизонталями. Якщо висота перетину 2,5 м, закладання на топографічній карті 27 мм, масштаб топографічної карти 1:5000.

11. Визначити горизонтальне прокладання лінії, якщо довжина на місцевості 218,43 м, а кут нахилу до горизонту  $4^{\circ} 15'$ .

12. Визначити горизонтальне прокладання лінії, якщо довжина на місцевості 321,85 м, а кут нахилу до горизонту  $5^{\circ} 55'$ .

13. Визначити горизонтальне прокладання лінії, якщо довжина на місцевості 128,21 м, а кут нахилу до горизонту  $3^{\circ} 27'$ .

14. Визначити довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 193,18 м, а кут нахилу  $5^{\circ} 30'$ .

15. Визначити довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 97,62 м, а кут нахилу  $3^{\circ} 54'$ .

16. Визначити довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 329,64 м, а кут нахилу  $7^{\circ} 15'$ .

17. Визначити довжину похилої лінії місцевості, якщо її горизонтальне прокладання 245,39 м, а кут нахилу  $1^{\circ} 30'$ .

### **Питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення крутизни скату.
2. В яких одиницях визначається крутизна скату?
3. Дайте визначення ухилу лінії, в яких одиницях визначається.
4. В яких одиницях виражається ухил?
5. Як на топографічній карті або плані можна без вимірювань оцінити крутизну ската?
6. Назвіть послідовність визначення ухилу заданої лінії на топографічній карті або плані.
7. Як визначити крутизну ската на карті за допомогою циркуля-вимірника?
8. Напишіть формулу для визначення крутизни скату.
9. Напишіть формулу для визначення ухилу місцевості.
10. В чому полягає відмінність між крутизною скату та ухилом лінії.

11. Що таке закладення?
12. Чи може буди ухил лінії негативним?
13. Що характеризує ухил лінії?
14. Для чого використовують ухили місцевості?

## 1.8 Побудова профілю за заданим напрямом

Проектування споруд значної довжини (лінії електропередач, газопроводів, автомобільних шляхів, залізниць тощо) потребує знання профілю місцевості як по осі споруди так і поперек траси.

### Задачі

1. На аркуші А4 формату, побудувати профіль лінії КМ, яка зображена на фрагменті топографічного плану масштабу 1:2000 (рис. 1.11).

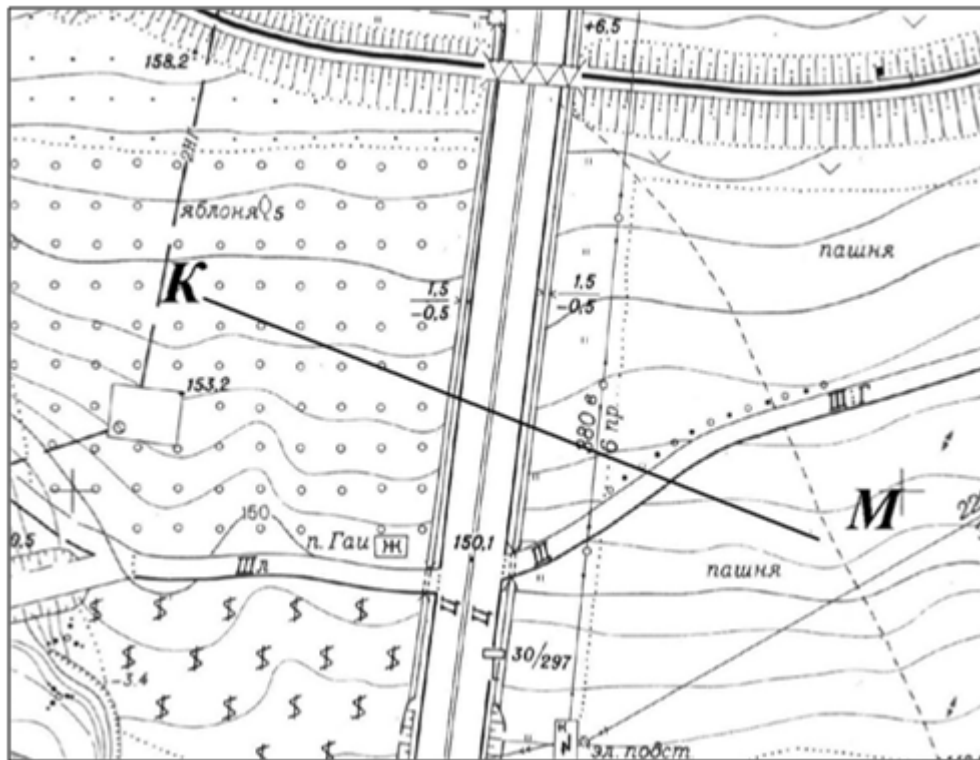


Рисунок 1.11 – Частина топографічного плану масштабу 1:2000

2. На аркуші А4 формату, побудувати профіль лінії АВ, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.12).
3. На аркуші А4 формату, побудувати профіль лінії ВС, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.13).



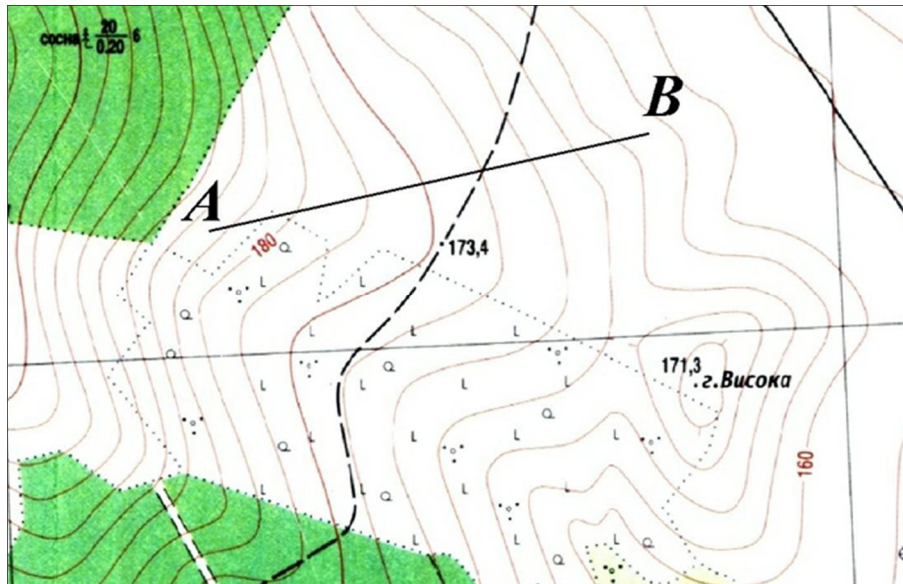


Рисунок 1.12 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

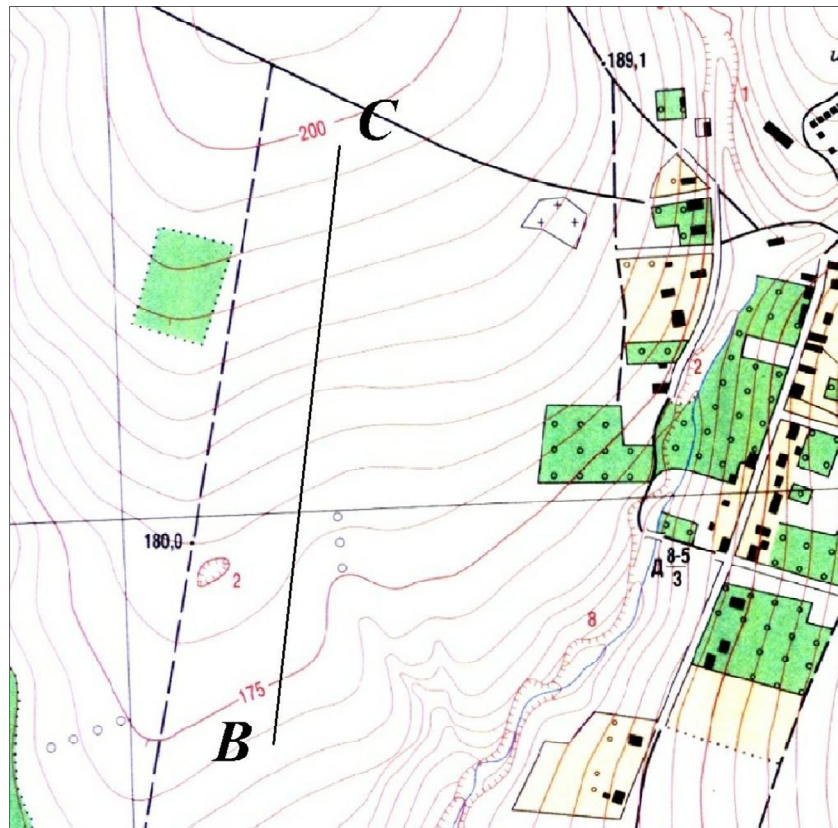


Рисунок 1.13 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

4. На аркуші А4 формату, побудувати профіль лінії KL, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.14).

5. На аркуші А4 формату, побудувати профіль лінії PF, яка зображена на фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.15).





Рисунок 1.14 – Частина топографічної карти масштабу 1:25000

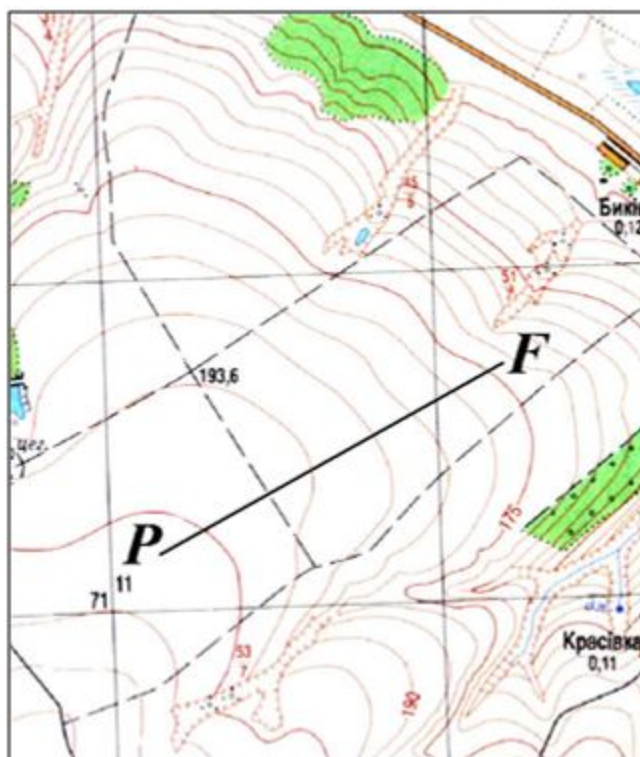


Рисунок 1.15 – Частина топографічної карти масштабу 1:25000

### Питання для самоперевірки

1. Що називають профілем?
2. Що таке висота перетину рельєфу?
3. Скільки масштабів використовується при побудові профілю місцевості?
4. Що називають профільною лінією?
5. Наведіть послідовність побудови профілю місцевості за заданою лінією.

## 1.9 Визначення площ по топографічній карті

Визначення площ ділянок по топографічних картах засноване на геометричній залежності між площею фігури і її лінійними елементами. Масштаб площ дорівнює квадрату лінійного масштабу.

### Задачі

1. На фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.16), визначити площу виділеної ділянки за допомогою квадратної палетки зі сторонами 5х5 мм.



Рисунок 1.16 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

2. На фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.17), визначити площу виділеної ділянки за допомогою квадратної палетки зі сторонами 5х5 мм.

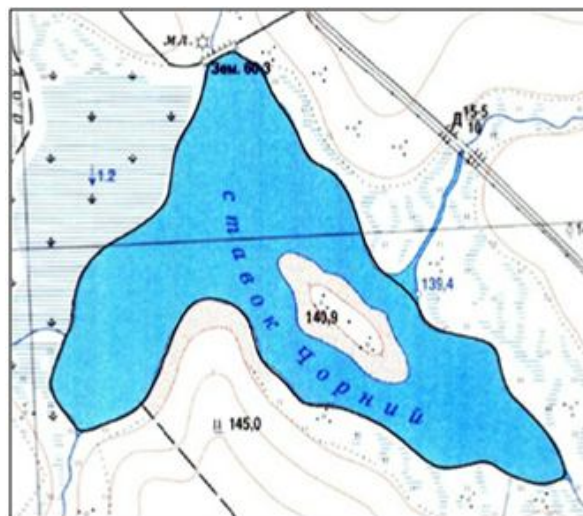


Рисунок 1.17 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

3. На фрагменті топографічної карти масштабу 1:10000 (рис. 1.18), визначити площу Чорного лісу за допомогою лінійної палетки.

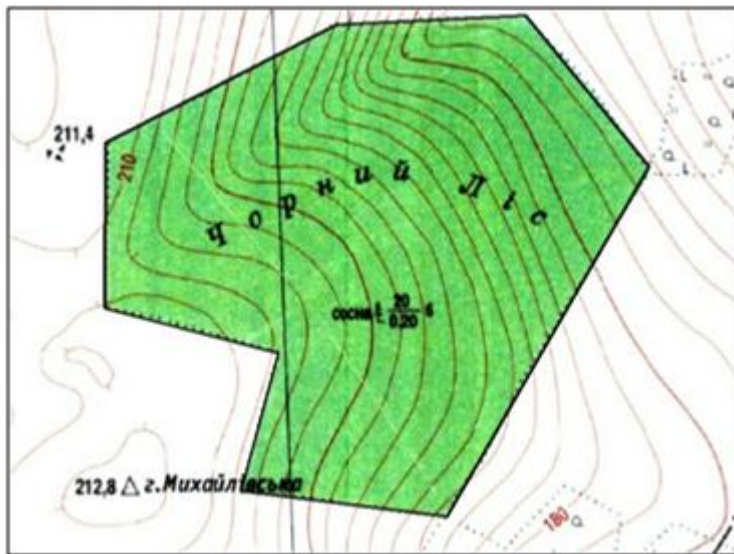


Рисунок 1.18 – Частина топографічної карти масштабу 1:10000

4. На фрагменті топографічної карти масштабу 1:25000 (рис. 1.19), визначити площу Зеленого Гаю за допомогою лінійної палетки.



Рисунок 1.19 – Частина топографічної карти масштабу 1:25000

5. На фрагменті топографічного плану масштабу 1:2000 (рис. 1.20), визначити площу ділянки ABCD за допомогою прямокутних координат.

6. На фрагменті топографічного плану масштабу 1:2000 (рис. 1.21), визначити площу ділянки KLEF за допомогою прямокутних координат.



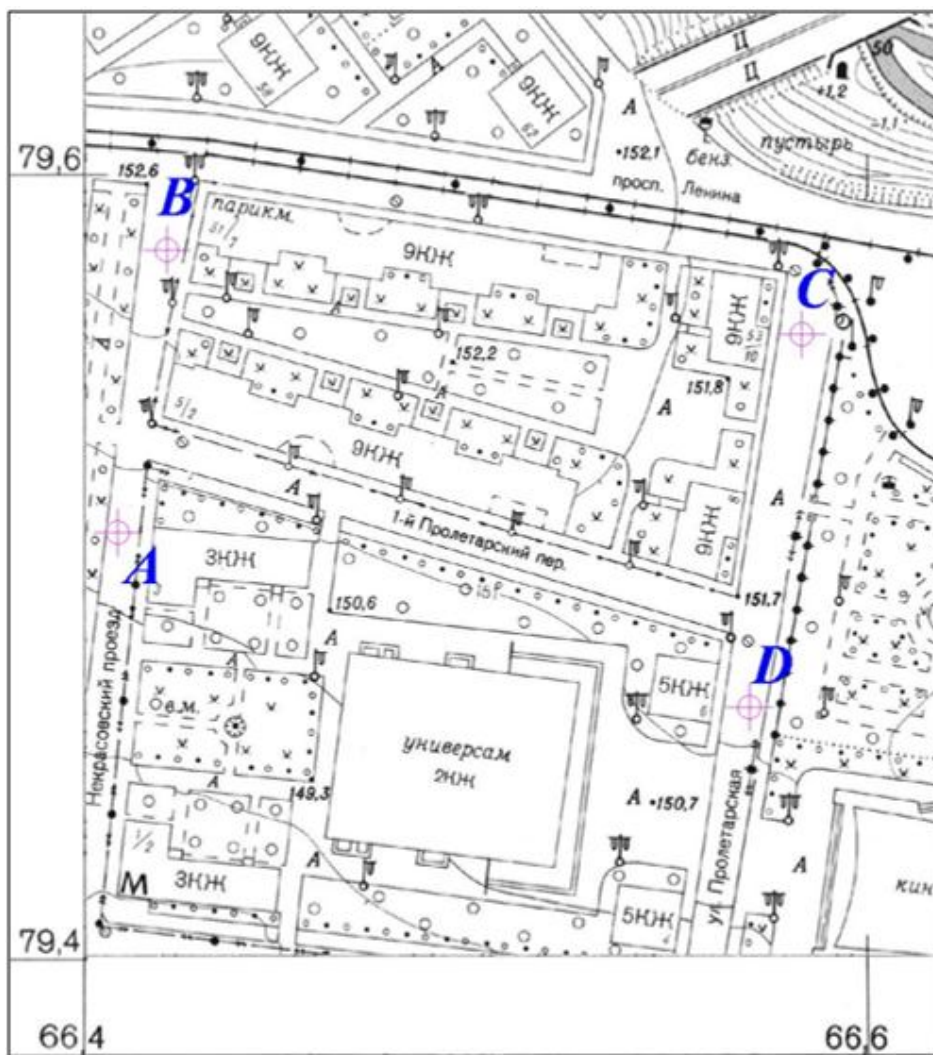


Рисунок 1.20 – Частина топографічного плану масштабу 1:2000

### Питання для самоперевірки

1. Які способи визначення площі на топографічному плані або карті ви знаєте?
2. Як визначаються площі палетками? Яка точність визначення площі палетками?
3. Як визначаються площі графічним способом? Яка точність визначення площі графічним способом?
4. Як визначаються площі аналітичним способом? Яка точність визначення площі аналітичним способом?
5. Назвіть переваги одного способу визначення площ над іншим.
6. Навести формулу для аналітичного розрахунку площі ділянки.
7. Послідовність виконання розрахунку площі ділянки аналітичним способом.

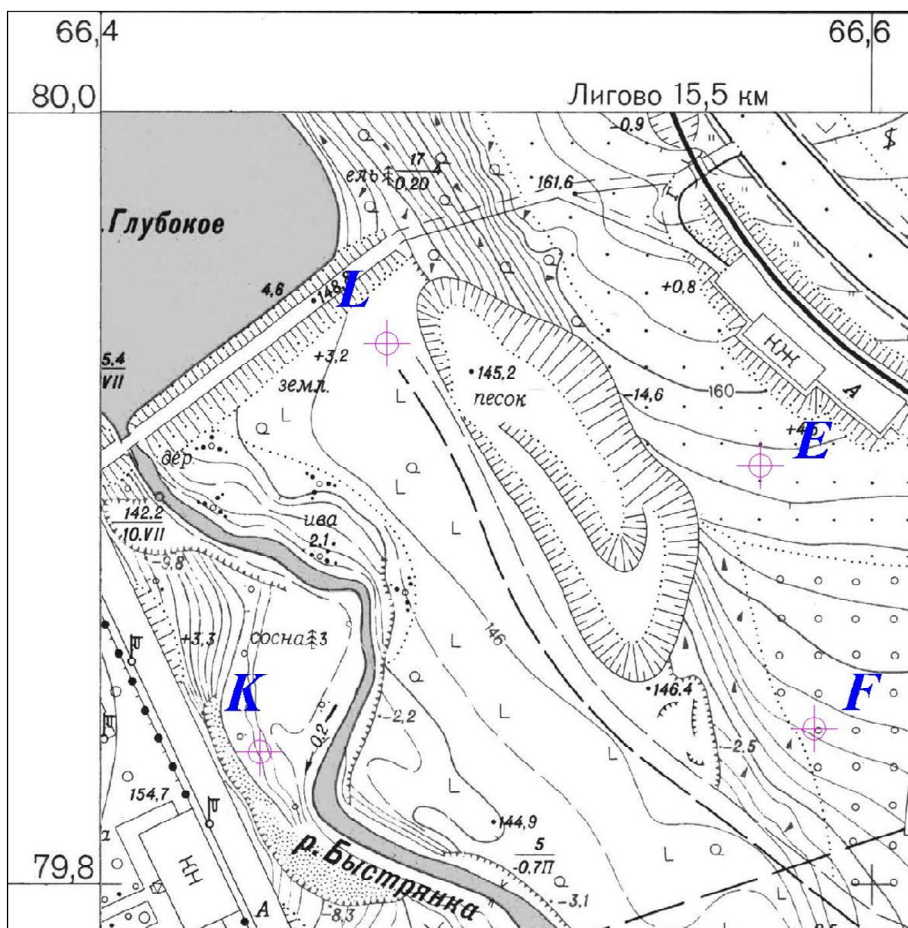


Рисунок 1.21 – Частина топографічного плану масштабу 1:2000

8. Послідовність виконання розрахунку площі ділянки за допомогою квадратної палетки. Навести формули.
9. Послідовність виконання розрахунку площі ділянки за допомогою лінійної палетки. Навести формули.
10. Який спосіб визначення площі є пріоритетним?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

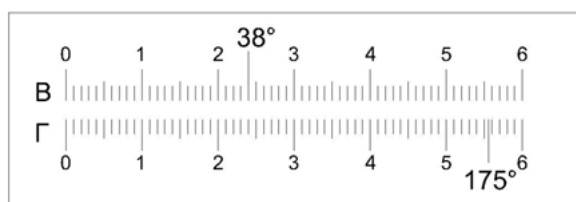
### ОСНОВНІ ГЕОДЕЗИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

#### 2.1 Вимірювання кутів

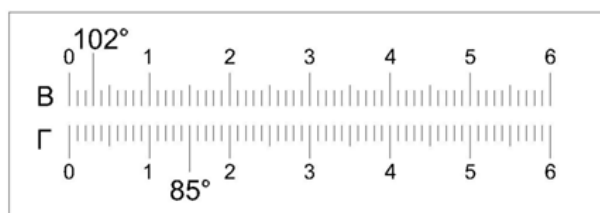
Кутові вимірювання на місцевості пов'язані з прямовисною лінією, що проходить через вершину кута. Для побудови планів і карт застосовуються не самі кути між лініями, а проекції кутів на горизонтальну і прямовисну площини.

#### Задачі

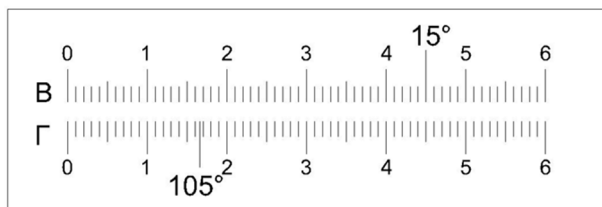
1. Кут заданий в секундах  $a = 7\ 673''$ . Визначити скільки в ньому градусів, мінут та секунд.
2. Кут заданий в секундах  $a = 10\ 569''$ . Визначити скільки в ньому градусів, мінут та секунд.
3. Кут заданий в секундах  $a = 3\ 658''$ . Визначити скільки в ньому градусів, мінут та секунд.
4. Кут заданий в секундах  $a = 4\ 367''$ . Визначити скільки в ньому градусів, мінут та секунд.
5. Кут заданий в секундах  $a = 876''$ . Визначити скільки в ньому градусів, мінут та секунд.
6. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах  $a = 1^\circ 45' 27''$ . Виразити його в секундах.
7. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах  $a = 5^\circ 16' 58''$ . Виразити його в секундах.
8. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах  $a = 0^\circ 23' 08''$ . Виразити його в секундах.
9. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах  $a = 10^\circ 43' 51''$ . Виразити його в секундах.
10. Кут заданий в градусах, мінутах та секундах  $a = 8^\circ 05' 07''$ . Виразити його в секундах.
11. Визначити відлік по лімбах за допомогою шкалового мікроскопа теодоліта 2Т30М (рис. 2.1, а – є).
12. Вказати, яким номером на рисунку 2.2 позначено об'єктив і фокусуєчий гвинт (кремальєра) теодоліта 2Т30М.
13. Вказати, яким номером на рисунку 2.2 позначені затискні гвинти горизонтального і вертикального круга та підставки теодоліта 2Т30М.



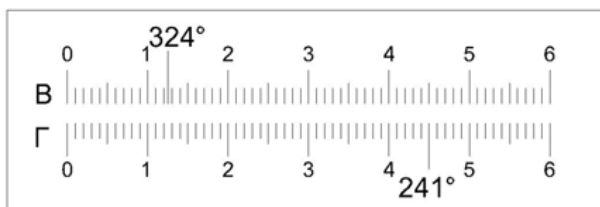
а)



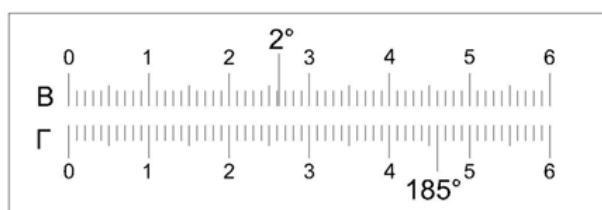
б)



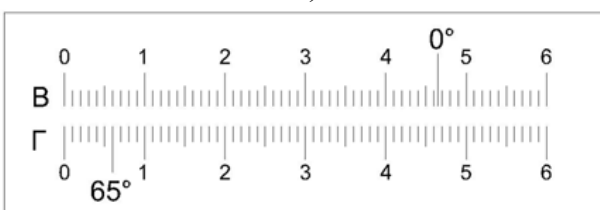
в)



г)



д)



е)

Рисунок 2.1 – Шкаловий мікроскоп теодоліта 2Т30М

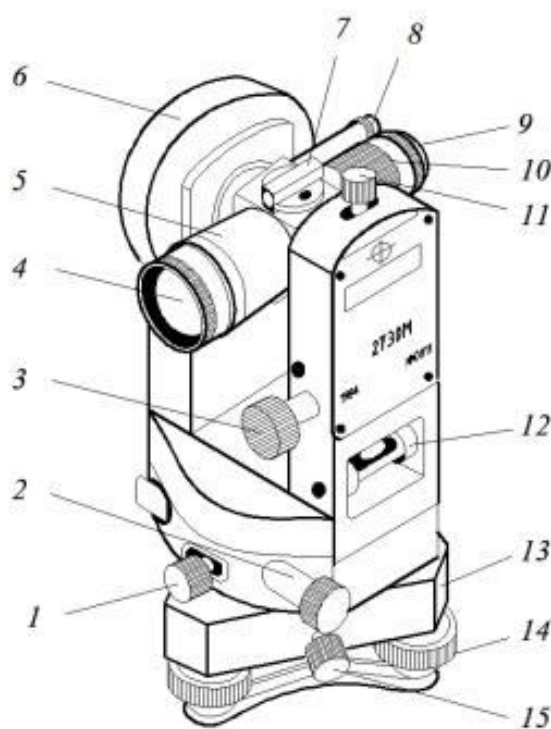


Рисунок 2.2 – Теодоліт 2Т30М

14. Вказати, яким номером на рисунку 2.2 позначені окуляри мікроскопу та зорової труби теодоліта 2Т30М.

15. Вказати, яким номером на рисунку 2.2 позначено циліндричний рівень та підйомні гвинти теодоліта 2Т30М.

16. Назвати основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 2.2 під номерами 1, 5, 15.

17. Назвати основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 2.2 під номерами 2, 7, 11.

18. Назвати основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 2.2 під номерами 6, 8, 13.

19. Назвати основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 2.2 під номерами 3, 4, 9.

20. Назвати основні частини теодоліту, які зображені на рисунку 2.2 під номерами 10, 12, 14.

21. Обчислити відомості вимірювання горизонтального кута теодолітом 2Т30М (таблиці 2.1 – 2.4). Навести формули для обчислення.

Таблиця 2.1 – Відомість вимірювання горизонтального кута

Назва точки стояння	Назва точки візування	КП КЛ	Відліки по ГК		Кут з напівприйому			Кут з прийому		
			о	'	о	'	"	о	'	"
1	А	КП	222	16						
	В		326	28						
	А	КЛ	42	40						
	В		146	52						

Таблиця 2.2 – Відомість вимірювання горизонтального кута

Назва точки стояння	Назва точки візу- вання	КП КЛ	Відліки по ГК		Кут з напівприйому			Кут з прийому		
			о	'	о	'	"	о	'	"
7	О	КП	149	12						
	В		218	20						
	О	КЛ	329	12						
	В		38	20						



Таблиця 2.3 – Відомість вимірювання горизонтального кута

Назва точки стояння	Назва точки візу- вання	КП КЛ	Відліки по ГК		Кут з напівприйому			Кут з прийому		
			о	'	о	'	"	о	'	"
10	6	КП	189	17						
	9		276	27						
	6	КЛ	9	17						
	9		96	27						

Таблиця 2.4 – Відомість вимірювання горизонтального кута

Назва точки стояння	Назва точки візу- вання	КП КЛ	Відліки по ГК		Кут з напівприйому			Кут з прийому		
			о	'	о	'	"	о	'	"
10	11	КП	45	15						
	9		92	56						
	11	КЛ	225	17						
	9		272	59						

22. Обчислити відомості вимірювання кута кута теодолітом 2Т30М (таблиці 2.5 – 2.7). Навести формули для обчислення.

Таблиця 2.5 – Відомість вимірювання вертикального кута

Назва точки стояння	Назва точки візування	КП КЛ	Відліки по ВК			МО			Кут нахилу		
			°	'	"	°	'	"	°	'	"
А	В	КЛ	4	21	30						
	В	КП	175	38	0						

Таблиця 2.6 – Відомість вимірювання вертикального кута

Назва точки стояння	Назва точки візування	КП КЛ	Відліки по ВК			МО			Кут нахилу		
			°	'	"	°	'	"	°	'	"
А	С	КЛ	3	23	30						
	С	КП	176	34	30						

Таблиця 2.7 – Відомість вимірювання вертикального кута

Назва точки стояння	Назва точки візування	КП КЛ	Відліки по ВК			МО			Кут нахилу		
			о	'	"	о	'	"	о	'	"
С	В	КЛ	1	01	00						
	В	КП	179	08	00						

### Питання для самоперевірки

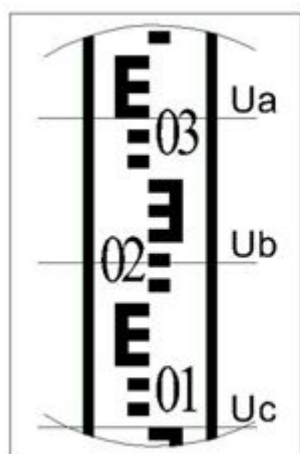
1. Для чого використовують теодоліти?
2. На які види поділяються теодоліти за точністю?
3. Назвіть основні частини теодоліта 2ТЗ0М і їх призначення.
4. Які пристрої використовують для визначення відліку по горизонтальному і вертикальному колам теодоліта?
5. Опишіть принцип взяття відліку за шкаловим мікроскопом.
6. Що називають центруванням і як його виконують?
7. З якою точністю центрують теодоліт над вершиною вимірюваного кута за допомогою ниткового виска?
8. Що називають горизонтуванням і як його виконують?
9. Що називають місцем нуля вертикального кола теодоліта?
10. Назвіть формули для визначення місця нуля вертикального кола теодоліта.
11. За якими формулами обчислюють кути нахилу?
12. Які складові теодоліту Ви знаєте?
13. Скільки мінут в одному градусі?
14. Скільки секунд в одному градусі?
15. Що таке лімб теодоліту?
16. Назвіть принцип вимірювання кутів теодолітом.

## 2.2 Вимірювання перевищень

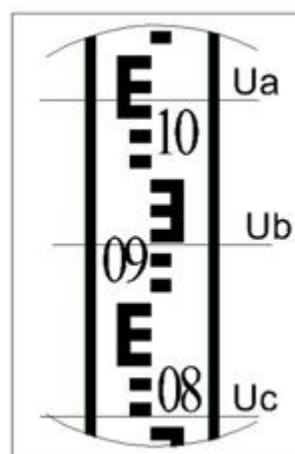
Нівелювання необхідне для створення висотної основи топографічних зйомок, вивчення форм рельєфу і визначення різниці висот точок під час топографічних зйомок, проектування, будівництва та експлуатації різноманітних споруд і будівель. Результати нівелювання мають важливе значення для розв'язування наукових і практичних задач з геодезії.

### Задачі

1. Користуючись рисунком 2.3 а, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .



а)

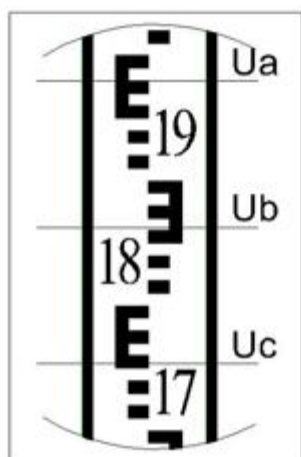


б)

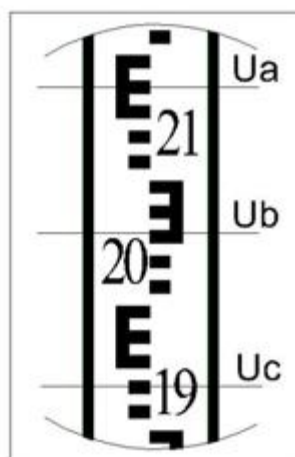
Рисунок 2.3 – Проекція сітки ниток на рейку РН-3

2. Користуючись рисунком 2.3 б, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .

3. Користуючись рисунком 2.4 а, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .



а)



б)

Рисунок 2.4 – Проекція сітки ниток на рейку РН-3

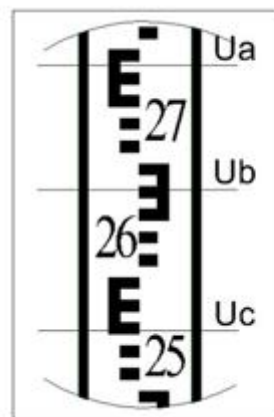
4. Користуючись рисунком 2.4 б, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .

5. Користуючись рисунком 2.5 а, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .

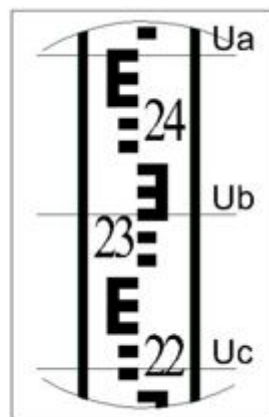
6. Користуючись рисунком 2.5 б, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .

7. Користуючись рисунком 2.5 в, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .

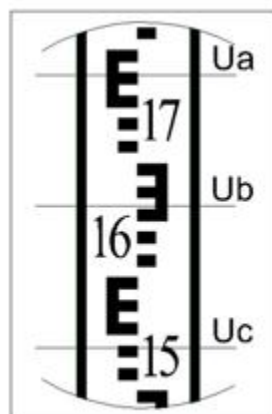
8. Користуючись рисунком 2.5 г, на якому зображено проекцію сітки ниток нівеліра Н-10КЛ на рейку РН-3. Взяти відліки по рейці РН-3:  $U_a$ ;  $U_b$ ;  $U_c$ .



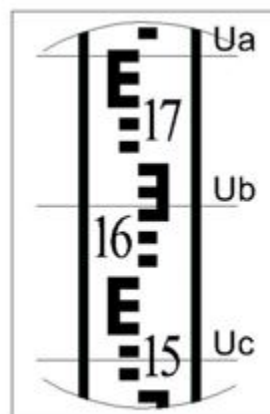
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2.5 – Проекція сітки ниток на рейку РН-3

9. Вказати, яким номером на рисунку 2.6 позначено лімб і підставка нівеліра Н-10КЛ.

10. Вказати, яким номером на рисунку 2.6 позначено круглий рівень і підйомні гвинти нівеліра Н-10КЛ.

11. Вказати, яким номером на рисунку 2.6 позначено окуляр з діоптрійним кільцем і дзеркальце нівеліра Н-10КЛ.

12. Вказати, яким номером на рисунку 2.6 позначено об'єктив і фокусуєчий гвинт (кремальєра) нівеліра Н-10КЛ.

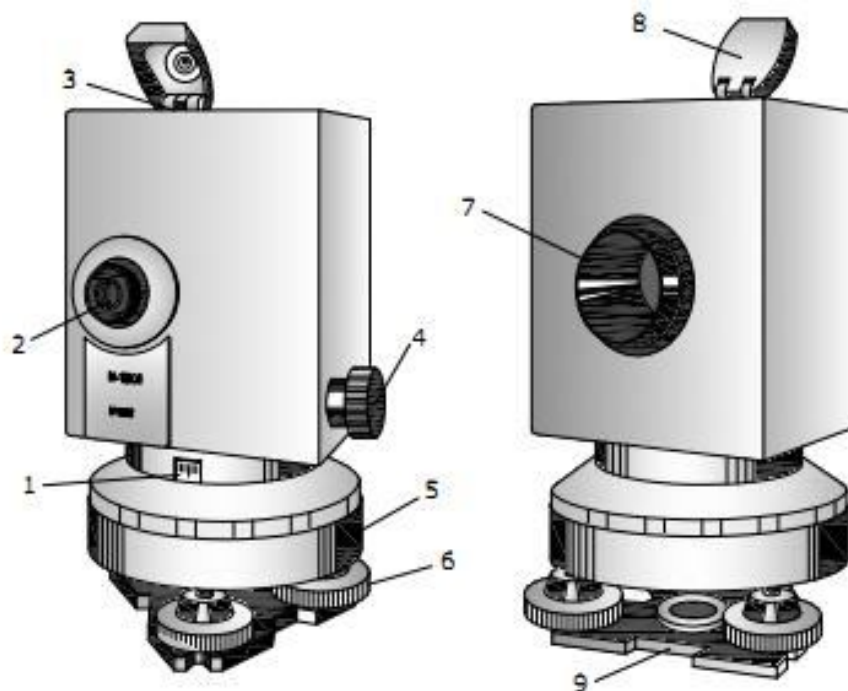


Рисунок 2.6 – Нівелір Н-10КЛ

13. Розрахувати перевищення, якщо відлік на передню рейку 1 245 мм, а задню 1 354 мм.

14. Розрахувати перевищення, якщо відлік на передню рейку 0 145 мм, а задню 1 157 мм.

15. Визначити перевищення, якщо відлік на задню рейку 5 472 мм, а передню 4 215 мм.

16. Визначити перевищення, якщо відлік на задню рейку 4 756 мм, а передню 4 891 мм.

17. Визначити перевищення, якщо відлік на задню рейку 0 854 мм, а передню 1 354 мм.

18. Визначити перевищення, якщо відлік на задню рейку 1 111 мм, а передню 0 625 мм.

19. Визначити перевищення, якщо відлік на задню рейку 4 855 мм, а передню 5 231 мм.

20. Визначити перевищення, якщо відлік на задню рейку 5 608 мм, а передню 4 921 мм.

### Питання для самоперевірки

1. Які існують методи нівелювання?
2. Яким приладом виконують геометричне нівелювання?
3. Яким приладом виконують тригонометричні нівелювання?
4. На які види поділяються нівеліри по конструкції й по точності?
5. Який принцип взяття відліку по нівелірної рейки РН-3? Яка його точність?
6. На які два способи ділиться геометричне нівелювання?
7. В яких випадках застосовують спосіб нівелювання «вперед»?
8. З якою метою виконують послідовне нівелювання?
9. Що називають нівеліром?
10. Якою є головна вимога, що ставиться до нівеліру будь-якого типу?
11. Назвіть принцип тригонометричного нівелювання та прилади, якими його виконують.
12. Назвіть принцип барометричного нівелювання та прилади, якими його виконують.
13. В якій послідовності приводять в робоче положення нівелір?
14. Назвіть порядок роботи на станції геометричного нівелювання.

### 2.3 Математична обробка результатів вимірювань у теодолітному ході

Математична обробка результатів вимірювань у теодолітному ході полягає у визначенні допустимих нев'язок кутових і лінійних вимірювань, введенні поправок в результати вимірювань та обчисленні координат точок теодолітного хода.

#### Задачі

1. Знайти кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення:  $34^{\circ} 45' 54''$ ,  $103^{\circ} 12' 06''$ ,  $42^{\circ} 02' 19''$ .
2. Знайти кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення:  $109^{\circ} 35' 48''$ ,  $47^{\circ} 13' 17''$ ,  $100^{\circ} 47' 05''$  та  $102^{\circ} 23' 50''$ .
3. Знайти кутову нев'язку замкнутого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення:  $100^{\circ} 46' 48''$ ,  $93^{\circ} 53' 44''$ ,  $115^{\circ} 53' 51''$ ,  $135^{\circ} 54' 30''$  та  $93^{\circ} 30' 01''$ .

4. Знайти кутову нев'язку замкненого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення:  $117^{\circ} 04' 39''$ ,  $125^{\circ} 29' 27''$ ,  $107^{\circ} 32' 44''$ ,  $142^{\circ} 08' 09''$ ,  $95^{\circ} 44' 30''$  та  $132^{\circ} 00' 32''$ .

5. Знайти кутову нев'язку замкненого теодолітного ходу, якщо виміряні внутрішні кути мають наступні значення:  $137^{\circ} 52' 42''$ ,  $132^{\circ} 57' 34''$ ,  $133^{\circ} 13' 19''$ ,  $129^{\circ} 54' 11''$ ,  $110^{\circ} 39' 43''$ ,  $120^{\circ} 33' 11''$  та  $134^{\circ} 49' 22''$ .

6. Розрахувати допустиму нев'язку замкненого теодолітного ходу, який складається з 6 точок і виконувався теодолітом 2Т30М.

7. Розрахувати допустиму нев'язку замкненого теодолітного ходу, який складається з 9 точок і виконувався теодолітом 2Т5К.

8. Розрахувати допустиму нев'язку замкненого теодолітного ходу, який складається з 11 точок і виконувався теодолітом 2Т30М.

9. Розрахувати допустиму нев'язку замкненого теодолітного ходу, який складається з 7 точок і виконувався теодолітом 2Т15М.

10. Розрахувати допустиму нев'язку замкненого теодолітного ходу, який складається з 10 точок і виконувався теодолітом Т2.

11. Розрахувати периметр замкненого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 23,67 м, 45,90 м та 97,87 м.

12. Розрахувати периметр замкненого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 22,47 м, 35,90 м, 57,37 м та 84,21 м.

13. Розрахувати периметр замкненого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 23,67 м, 45,90 м, 97,87 м, 29,56 та 61,32 м

14. Розрахувати периметр замкненого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 49,67 м, 45,90 м, 52,16,87 м та 39,66 м.

15. Розрахувати периметр замкненого теодолітного ходу, якщо довжини сторін полігону дорівнюють 95,08 м, 85,77 м, 101,25 м, 105,42 м, та 91,23 м.

16. Визначити дирекційний кут сторони  $\alpha_{2-3}$ , якщо дирекційний кут сторони  $\alpha_{1-2} = 128^{\circ} 07' 49''$ , а виправлений по ходу лівий кут дорівнює  $\beta_{\text{л}} = 89^{\circ} 03'$ .

17. Визначити дирекційний кут сторони  $\alpha_{2-3}$ , якщо дирекційний кут сторони  $\alpha_{1-2} = 147^{\circ} 37' 13''$ , а виправлений по ходу лівий кут дорівнює  $\beta_{\text{л}} = 43^{\circ} 18'$ .

18. Визначити дирекційний кут сторони  $\alpha_{3-4}$ , якщо дирекційний кут сторони  $\alpha_{2-3} = 95^{\circ} 18' 08''$ , а виправлений по ходу лівий кут дорівнює  $\beta_{\text{л}} = 32^{\circ} 45'$ .

19. Визначити дирекційний кут сторони  $\alpha_{3-4}$ , якщо дирекційний кут сторони  $\alpha_{2-3} = 128^{\circ} 07' 49''$ , а виправлений по ходу правий кут дорівнює  $\beta_{\text{п}} = 89^{\circ} 03'$ .

20. Визначити дирекційний кут сторони  $\alpha_{2-3}$ , якщо дирекційний кут сторони  $\alpha_{1-2} = 237^\circ 27' 53''$ , а виправлений по ходу правий кут дорівнює  $\beta_{\text{п}} = 57^\circ 24'$ .

21. Вирахувати виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут  $46^\circ 00' 45''$ , а поправка дорівнює  $-3''$ .

22. Врівноважити внутрішні кути полігону і заповнити таблицю 2.8. Написати усі формули для врівноваження кутів полігону.

Таблиця 2.8 – Врівноваження кутів полігону

Номер вершини полігону	Внутрішні кути полігоне		
	Виміряні кути, ° ' "	Поправка, ° ' "	Виправлені кути, ° ' "
1	89° 47' 36"		
2	56° 01' 54"		
3	34° 11' 32"		

23. Виконати математичну обробку частини відомості теодолітного ходу. Результати занести до таблиці 2.9 та навести формули для розрахунків.

Таблиця 2.9 – Частина відомості теодолітного ходу

Назва сторони	Довжина сторони полігону, м	Розраховані прирости				Виправлені прирости, м	
		$\Delta X$ , м	Поправки, мм	$\Delta Y$ , м	Поправки, мм	X	Y
1-2	87,46	0,00		+87,47			
2-3	89,19	+82,44		+33,97			
3-4	119,01	-12,49		-118,42			
4-1	70,24	-69,96		-2,97			

24. Вирахувати виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут  $64^\circ 15' 32''$ , а поправка дорівнює  $-2''$ .

25. Вирахувати виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут  $87^\circ 06' 15''$ , а поправка дорівнює  $+1''$ .

26. Вирахувати виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут  $32^\circ 21' 08''$ , а поправка дорівнює  $-4''$ .



27. Вирахувати виправлений горизонтальний кут у теодолітному ході, якщо виміряний горизонтальний кут  $38^{\circ} 18' 09''$ , а поправка дорівнює  $+4''$ .

28. Врівноважити внутрішні кути полігону і заповнити таблицю 2.10. Написати усі формули для врівноваження кутів полігону.

Таблиця 2.10 – Врівноваження кутів полігону

Номер вершини полігону	Внутрішні кути полігоне		
	Виміряні кути, ° ' "		Виміряні кути, ° ' "
1	$89^{\circ} 57' 36''$		
2	$112^{\circ} 01' 52''$		
3	$97^{\circ} 11' 32''$		
4	$153^{\circ} 49' 47''$		
5	$87^{\circ} 01' 03''$		

29. Виконати математичну обробку частини відомості теодолітного ходу. Результати занести до таблиці 2.11 та навести формули для розрахунків.

Таблиця 2.11 – Частина відомості теодолітного ходу

Назва сторони	Довжина сторони полігону, м	Розраховані прирости				Виправлені прирости, м	
		$\Delta X$ , м	Поправки, мм			$\Delta X$ , м	Поправки, мм
1-2	87,26	0,00		+87,46			
2-3	89,19	+82,42		+33,97			
3-4	118,08	-12,49		-118,42			
4-1	70,25	-69,96		-2,97			

### Питання для самоперевірки

1. Що являє собою геодезична мережа?
2. На які види поділяються геодезичні мережі?
3. Що являє собою теодолітний хід?
4. Які бувають види теодолітних ходів?
5. Які вимірювання виконують в теодолітному ході?
6. Перерахуйте вимоги, які пред'являються до вибору точок теодолітного ходу в польових умовах?

7. У чому полягає суть математичної обробки результатів вимірювань в теодолітному ході?

8. Що роблять в разі, якщо фактичні нев'язки кутових і лінійних вимірювань перевищують гранично допустимі?

9. Який спосіб застосовують для зйомки віддалених і важкодоступних об'єктів, відстань до яких недоступна для безпосереднього виміру мірної стрічкою?

10. Як визначаються поправки у прирости координат?

11. Як врівноважують кути теодолітного ходу?

12. Що таке поправка?

13. Яке допустиме значення кутової нев'язки теодолітного ходу?

14. У чому полягають відмінності врівноваження замкнутого і розімкненого теодолітного ходів?

15. Що таке врівноваження?

16. Який є контроль при визначенні приростів координат?

17. Чому дорівнює теоретична сума кутів замкнутого теодолітного ходу?

18. Чому дорівнює теоретична сума кутів розімкненого теодолітного ходу?

19. Що таке нев'язка?

20. Що таке

## **2.4 Математична обробка журналу нівелювання**

Висотні ходи зйомочної основи проектують за точками теодолітного ходу з прив'язкою кінцевих точок до марок і реперів державної геодезичної мережі або мережі згущення. Вимірювання перевищень між точками виконують методом геометричного або тригонометричного нівелювання

### **Задачі**

1. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначити перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповнити таблицю 2.12.

2. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначити перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповнити таблицю 2.13.

3. Використовуючи дані журналу нівелювання, визначити перевищення між точками А і В, горизонт прибору на станції 1, абсолютні позначки висот точок В та С. Заповнити таблицю 2.14.

Таблиця 2.12 – Журнал нівелювання

Но- мер стан- ції	Точки ніве- лю- вання	Відліки по рейках, мм			Перевищен- ня, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт прибору, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	перед- ня	проміж- на точка	+	-	+	-		
1	А	0522								118,742
		5307								
	В		1447							
			6232							
	С			1920						

Таблиця 2.13 – Журнал нівелювання

Но- мер стан- ції	Точки ніве- лю- вання	Відліки по рейках, мм			Перевищен- ня, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт прибору, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	перед- ня	проміж- на точка	+	-	+	-		
1	А	0622								110,357
		5409								
	В		1447							
			6232							
	С			1891						

Таблиця 2.14 – Журнал нівелювання

Но- мер стан- ції	Точки ніве- лю- вання	Відліки по рейках, мм			Перевищен- ня, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт прибору, м	Абсолютні відмітки точок, м
		задня	перед- ня	проміж- на точка	+	-	+	-		
1	А	1447								214,065
		6232								
	В		0522							
			5307							
	С			1367						

### Питання для самоперевірки

1. Як обчислюють висоту осі візування при геометричному нівелюванні з середини?

2. За якою формулою обчислюють перевищення між точками при геометричному нівелюванні з середини?
3. Чому дорівнює теоретична сума перевищень в замкнутому нівелірному ході?
4. Які бувають види нівелірних ходів?
5. Що мають на увазі під визначенням «камеральні роботи»?
6. Що таке горизонт прибору?
7. У чому полягає відмінність між передньою, задньою і проміжною точками при нівелюванні?
8. Для чого використовують горизонт прибору?
9. Що таке нівелювання?
10. Якими приладами виконується геометричне нівелювання?
11. Якими приладами виконується тригонометричне нівелювання?
12. Для чого використовуються проміжні точки?
13. Накреслити схему нівелювання вперед.
14. Накреслити схему нівелювання з середини.
15. Для чого беруть відліки за красною та чорною сторонами рейки?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтенко С. П. Інженерна геодезія: підручник / С. П. Войтенко. – Київ: Знання, 2009. – 574 с.
2. Геодезія. Частина перша: підручник. 3-тє вид., виправл. та доп. / [за заг. ред. С. Г. Могильного і Ю. М. Гавриленка]. – Донецьк : Технопарк ДонНТУ «УНІТЕХ», 2009. – 514 с.
3. Лабораторный практикум по инженерной геодезии: учеб. пособие для вузов / В. Ф. Лукьянов, В. Е. Новак, Н. Н. Борисов и др. – Москва : Недра, 1990. – 334 с.
4. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – Київ : Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001. – 221 с.
5. ДСТУ 2756-94. Геодезія. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт України, 1994. – 65 с.
6. Інструкція з топографічних знімачів для масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГКНТА-2.04-02-98. – Київ : Головне управління геодезії, картографії та кадастру України, 1999. – 156 с.
7. Пілічева М. О. Основи геодезії : конспект лекцій для бакалаврів за спеціальністю 191 – Архітектура та містобудування [Електронний ресурс] / О. М. Пілічева, Л. О. Маслій ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 89 с. – Режим доступу : <http://eprints.kname.edu.ua/50204/>, вільний. – (дата звернення: 30.11.2018). – Назва з екрану.
8. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи геодезії» (для студентів 1 курсу денної форми навчання спеціальності 191 – Архітектура та містобудування) [Електронний ресурс] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : М. О. Пілічева, Л. О. Маслій. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 75 с. – Режим доступу : <http://eprints.kname.edu.ua/50203/>, вільний. – (дата звернення: 30.11.2018). – Назва з екрану.

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до самостійної роботи  
з навчальної дисципліни  
**«ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ»**

*(для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей  
191 – Архітектура та містобудування, 192 – Будівництво та цивільна  
інженерія, 185 – Нафтогазова інженерія та технології, 205 – Лісове  
господарство, 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні  
технології)*

Укладачі: **ПІЛЧЕВА** Марина Олегівна,  
**АНОПРІЄНКО** Тетяна Володимирівна,  
**МАСЛІЙ** Любов Олексіївна

Відповідальний за випуск *О. Є. Поморцева*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *Л. О. Маслій*

План 2018, поз. 503М

---

Підп. до друку 30.11.2018. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,28.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.